

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-277461
 (43)Date of publication of application : 22.10.1996

(51)Int.Cl. C23C 14/00
 C23C 14/34
 H01L 21/203
 H01L 21/285

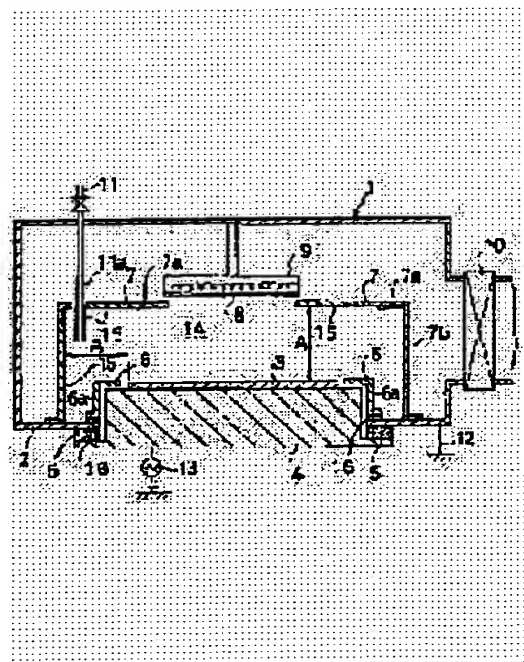
(21)Application number : 07-081244 (71)Applicant : ULVAC JAPAN LTD
 (22)Date of filing : 06.04.1995 (72)Inventor : TANI NORIAKI
 NAKAMURA KYUZO
 SUZUKI IKUO
 SUU KOUKOU
 ISHIKAWA MICHIO

(54) SPUTTERING DEVICE AND FORMATION OF DIELECTRIC FILM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the sputtering device for forming a dielectric film with the generation of the abnormal discharge and dust minimized in the sputtering device in sputtering and capable of maintaining a stabilized plasma discharge for a long time.

CONSTITUTION: The device parts 7 having a ground potential are provided around the opposed substrate 8 and target 3, and a dielectric film is formed on the substrate by using the ceramic target 3. In this sputtering device 1, at least the surface of the parts 7 on the space 14 side wherein plasma is coated with an insulating ceramic film consisting of Al_2O_3 , TiO_2 , SiO_2 , ZrO_2 , MgO or B_4C in $0.1\text{--}5000\ \mu\text{m}$ thickness by CVD, PVD, sputtering, coating or thermal spraying.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-277461

(43) 公開日 平成8年(1996)10月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C	14/00		C 2 3 C 14/00	Z
	14/34		14/34	T
H 0 1 L	21/203		H 0 1 L 21/203	
	21/285		21/285	S

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-81244

(22) 出願日 平成7年(1995)4月6日

(71) 出願人 000231464

日本真空技術株式会社
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72) 発明者 谷 典明

千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技
術株式会社千葉超材料研究所内

(72) 発明者 中村 久三

千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技
術株式会社千葉超材料研究所内

(72) 発明者 鈴木 郁生

千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技
術株式会社千葉超材料研究所内

(74) 代理人 弁理士 北村 欣一 (外2名)

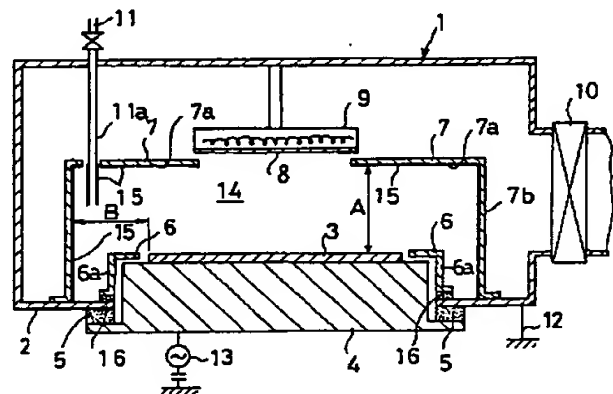
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパッタリング装置および誘電体膜の成膜方法

(57) 【要約】

【目的】 スパッタ中にスパッタリング装置内の異常放電やダストの発生が極めて少なく、長時間に亘って安定したプラズマ放電が維持出来る誘電体膜成膜用のスパッタリング装置。

【構成】 対向する基板とターゲットの周囲にアース電位の装置部品を備え、セラミックスターゲットを用いて基板上に誘電体膜を得るスパッタリング装置において、前記装置部品の少なくともプラズマが存在する空間側の表面がCVD法、PVD法、スパッタ法、塗布法、または溶射法により厚さ0.1 μ m~5000 μ mのAl₂O₃、TiO₂、SiO₂、ZrO₂、MgO、B₄Cから成る絶縁性セラミックス膜のいずれかで被覆されたスパッタリング装置。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する基板とターゲットの周囲にアース電位の装置部品を備え、セラミックスターゲットを用いて基板上に誘電体膜を得るスパッタリング装置において、前記装置部品の少なくともプラズマが存在する空間側の表面が絶縁体で覆われていることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項2】 前記絶縁体はCVD法、PVD法、スパッタ法、塗布法または溶射法により $0.1\mu\text{m}\sim 5000\mu\text{m}$ の厚さにコーティングした Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、 B_2C から成る絶縁性セラミックス膜のいずれかであることを特徴とする請求項第1項に記載のスパッタリング装置。

【請求項3】 前記誘電体膜は SrTiO_3 、 BaTiO_3 、 $(\text{BaSr})\text{TiO}_3$ 、 PbTiO_3 、 $(\text{PbLa})\text{TiO}_3$ 、 $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 、 $(\text{PbLa})(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 、 Ta_2O_5 のいずれかであることを特徴とする請求項第1項または第2項に記載のスパッタリング装置。

【請求項4】 対向する基板とターゲットの周囲にアース電位の装置部品を備えるスパッタリング装置を用いて、セラミックスターゲットにスパッタリングを施して基板上に誘電体膜を成膜する誘電体膜の成膜方法において、前記スパッタリング装置は前記装置部品の少なくともプラズマが存在する空間側の表面が絶縁体で覆われている装置であり、前記誘電体膜は SrTiO_3 、 BaTiO_3 、 $(\text{BaSr})\text{TiO}_3$ 、 PbTiO_3 、 $(\text{PbLa})\text{TiO}_3$ 、 $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 、 $(\text{PbLa})(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 、 Ta_2O_5 のいずれかであることを特徴とする誘電体膜の成膜方法。

【請求項5】 前記絶縁体はCVD法、PVD法、スパッタ法、塗布法または溶射法により $0.1\mu\text{m}\sim 5000\mu\text{m}$ の厚さにコーティングした Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、 B_2C から成る絶縁性セラミックス膜のいずれかであることを特徴とする請求項第4項に記載の誘電体膜の成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はスパッタリング装置および誘電体膜の成膜方法に関し、更に詳しくは、高い誘電率を有する誘電体膜を得るためのスパッタリング装置および誘電体膜の成膜方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の誘電体膜を得るためのスパッタリング装置としては図2に示すスパッタリング装置aが知られている。

【0003】 図2示のスパッタリング装置aにおいて、bは金属製の真空チャンバー、cは目的とする誘電体膜を得るためのセラミックスターゲット、dはスパッタカソード、eはスパッタカソードdをアース電位である真

2

空チャンバーbから絶縁するための絶縁板、fはアースシールド、gは防着板、hは表面に誘電体膜を成膜するためセラミックスターゲットcに対向配置された基板、iは基板hを加熱するヒータを備えた基板ホルダー、jは真空チャンバーの排気口バルブ、kはスパッタガスを真空チャンバーb内に導入するためのガス導入パイプ、lは真空チャンバーbをアース電位にするためのアース板、mはスパッタカソードdに電力を印加するためのRF電源を示す。

10 【0004】 これら装置部品のうち防着板gはスパッタリングされたセラミックスターゲットcのスパッタ粒子が飛散し、真空チャンバーb内のいたるところに付着して内壁が汚染されることを防ぐため基板hとターゲットcの周囲に設置されているのが一般的である。

【0005】 そして、ある程度長時間、基板h上に誘電体膜を成膜しても防着板gが設置されているため、真空チャンバーbの内壁はほとんど汚れず、防着板gが基板hとターゲットcの周囲に配置された装置部品のアースシールドfおよびガス導入パイプkの先端部分を除いて

20 基板h以外の部分にセラミックスターゲットcの膜が付着するのを妨げている。

【0006】 また、適当な成膜時間の経過後、セラミックスターゲットcの膜が付着した防着板g、アースシールドfおよびガス導入パイプkの先端部分を交換するか、或いは防着板gを取り外して洗浄することで、繰り返し成膜を続行することが出来る。

【0007】 防着板gおよびガス導入パイプkは一般に例えばステンレス材のような金属材料で作製されていることが多く、真空チャンバーbの内壁に取付けられているので、その電位はアース電位である。また、アースシールドfは当然アース電位である。

30 【0008】 基板hとセラミックスターゲットcの周囲に配置されたこれらのアース電位の装置部品のプラズマが存在する空間側の表面にセラミックスターゲットcから飛び出したスパッタ粒子が堆積すると、堆積した膜が絶縁性膜である場合には、スパッタ開始後、しばらくした後、絶縁性膜が堆積する側の表面において、小さなアーキングが発生し始め、このアーキングはやがてそれら表面のいたるところで起こり始める。放電を停止し、これら装置部品の表面を観察すると、アーキングが生じた跡がそれら表面に残り、同時に白っぽい粉が付着していた。このような粉は真空チャンバーb内を汚染し、多くの場合成膜する基板hにも取り込まれるので好ましくない。

【0009】 この粉の発生原因は以下のメカニズムによる。アース電位である装置部品のプラズマが存在する空間側の表面に絶縁性膜が堆積し始める。一方、防着板gの内側表面とセラミックスターゲットcおよび基板hに囲まれた空間はプラズマが広がっており、マグネトロン

50

3

漏洩磁場強度にもよるが、いずれにしても成膜速度を速くするためにスパッタカソードdに印加するパワーが大きくなると防着板gの付近までプラズマは広がる。

【0010】この時、堆積する膜が金属膜の場合には何ら問題は生じないが、絶縁性膜の場合には次のような現象が起こる。

【0011】即ち、これら装置部品の表面に絶縁性膜が堆積し、その絶縁性膜がプラズマに晒されている、もしくはプラズマが近傍に存在しているとその位置でのプラズマ電位により絶縁性膜の表面には正または負の電荷が蓄積される。

【0012】一般的にその電荷の絶対値は数Vから数十V程度チャージアップする。これら装置部品の表面には当初ごく薄い膜が堆積するが、ごく薄い膜では膜が絶縁破壊する電圧、即ち、耐圧が低く、その時にこのような電荷が絶縁性膜表面に蓄積すると、これら装置部品がアース電位であるため、絶縁性膜表面の電荷は膜の厚さ方向にアース電位側へと膜を絶縁破壊しながら移動する。

【0013】絶縁破壊された箇所にはピンホールや膜剥離が生じ、その部分は再び装置部品の金属アース面が露出する。そして再びその部分に絶縁性膜が堆積し始めると、前記と同様に膜表面のチャージアップと膜の絶縁破壊を繰り返し、これら装置部品の表面がいたるところでこの状態を繰り返す。即ち、先に述べた防着板g、アースシールドfおよびガス導入パイプkの先端部分の表面のいたるところで生じる小さなアーキングはこの状態が発生しているのである。

【0014】この時、絶縁性膜は絶縁破壊によりマイクロに膜が剥離するのでこれら装置部品の表面はいたるところから剥離した細かい粉が発生している。このような粉は成膜ダストとなり基板h上に堆積させる誘電体膜中に混入し、成膜不良を引き起こすので好ましくない。

【0015】従って、このようなダストが発生しないようにするために、

I 絶縁性膜上に電荷が蓄積しないようにする。特に、防着板gの内側表面がプラズマに晒されないように防着板gとターゲットcの間の距離を出来るだけ離すか、プラズマが広がらないようにする。

II 絶縁性膜上に電荷が蓄積されても、その電荷がアース電位に向って放電し、絶縁破壊を起こさないようにする。

の2通りの手段がある。

—【0016】

【発明が解決しようとする課題】前記Iの手段に関しては真空チャンバー内の寸法的な制約があり、無限に離すことは出来ないし、また、長時間連続成膜し続けるとやがては絶縁性膜を破壊する印加電界を与えるだけの電荷が防着板g内面に堆積した絶縁性膜表面に蓄積してしまう。一方、前記IIの手段に対しては例えば防着板gをアース電位にしない、即ち、防着板gを絶縁板で真空チャ

4

ンバーのアース電位から切りはなしてやったり、防着板gそのものを金属材料ではなく、絶縁体材料で作製すれば絶縁性膜上に蓄積された電荷をアース電位に放電することが出来なくなり、堆積した絶縁性膜の表面に蓄積されたままで絶縁破壊を引き起こさないのではないかということとは容易に予想できる。

【0017】しかし、実際にはプラズマの発生はスパッタカソードと周囲のアースとの間に電流が流れることによって放電が維持されるわけであるから、前記のようにスパッタカソードの周囲にアース電位が極端に少ない場合、放電が不安定で、極端な場合放電が持続できなくなってしまうという問題がある。

【0018】本発明はかかる前記問題点を解消し、基板とターゲットの周囲に配置された装置部品からの発塵がなく、かつ安定した放電が維持出来るスパッタリング装置および誘電体膜の成膜方法を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明のスパッタリング装置は、対向する基板とターゲットの周囲にアース電位の装置部品を備え、セラミックターゲットを用いて基板上に誘電体膜を得るスパッタリング装置において、前記装置部品の少なくともプラズマが存在する空間側の表面が絶縁体で覆われていることを特徴とする。

【0020】また、前記絶縁体は Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、 B_2C 等の絶縁性セラミックスをCVD法、PVD法、スパッタ法、塗布法または溶射法によりコーティングしてもよい。更に、その厚みは $0.1\mu m \sim 5000\mu m$ 程度としてもよい。

【0021】また、前記誘電体膜を $SrTiO_3$ 、 $BaTiO_3$ 、 $(BaSr)TiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $(PbLa)TiO_3$ 、 $Pb(ZrTi)O_3$ 、 $(PbLa)(ZrTi)O_3$ 、 Ta_2O_5 のいずれかとしてもよい。

【0022】本発明の誘電体膜の成膜方法は、前記スパッタリング装置を用いて行うものであり、更に詳しくは、対向する基板とターゲットの周囲にアース電位の装置部品を備えるスパッタリング装置を用いて、セラミックターゲットにスパッタリングを施して基板上に誘電体膜を成膜する誘電体膜の成膜方法において、前記スパッタリング装置は前記装置部品の少なくともプラズマが存在する空間側の表面が絶縁体で覆われている装置であり、前記誘電体膜は $SrTiO_3$ 、 $BaTiO_3$ 、 $(BaSr)TiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $(PbLa)TiO_3$ 、 $Pb(ZrTi)O_3$ 、 $(PbLa)(ZrTi)O_3$ 、 Ta_2O_5 のいずれかであることを特徴とする。

【0023】この時、装置部品の少なくともプラズマが存在する空間側の表面を覆う絶縁体は Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、 B_2C 等の絶縁性セラミックスをCVD法、PVD法、スパッタ法、塗布法または溶射法によりコーティングしてもよい。更に、その厚

みは $0.1\mu\text{m}\sim 5000\mu\text{m}$ 程度としてもよい。

【0024】

【作用】セラミックスターゲットを用いてスパッタリング法にて誘電体膜を成膜する本発明のスパッタリング装置は、対向する基板とターゲットの周囲に配置されたアース電位の装置部品のプラズマが存在する空間側の表面が絶縁体層に覆われているので、該絶縁体層にスパッタ膜が堆積し始め、その表面に電荷が蓄積されても、その電荷が作る電界よりも耐圧の高い絶縁体層が既に存在するため、電荷が装置部品のアース電位側へ向って放電せず、従って、スパッタ膜と絶縁体層を絶縁破壊しないので、粉やダストを発生せず、真空チャンバー内は清浄な雰囲気中で成膜が行える。

【0025】また、スパッタリング装置の前記装置部品は絶縁体層をはさんではいるが、その厚さがあまり厚くない場合には誘電体膜が堆積してもRF的にはアース電位となり得るので、長時間安定した放電が維持出来る。

【0026】その結果、ダストの混入が極めて少ない誘電体膜が基板上に成膜される。

【0027】

【実施例】本発明において、防着板やアースシールド等の装置部品の少なくともプラズマが存在する空間側の表面を被覆する絶縁体である絶縁性セラミックス膜の厚さを $0.1\mu\text{m}$ ないし $5000\mu\text{m}$ としたのは、絶縁性セラミックス膜の厚さが $0.1\mu\text{m}$ に満たない場合は、耐圧が低く蓄積された電荷により絶縁性セラミックス膜もろとも絶縁破壊されるために発塵の原因となり、また、絶縁性セラミックス膜の厚さが $5000\mu\text{m}$ を超えた場合は、アース電位が厚いセラミックス膜を介して存在するのでアースが不十分となり、RFプラズマが安定放電できないからである。

【0028】次に添付図面に従って本発明の誘電体膜の成膜方法の具体的実施例を比較例と共に説明する。

【0029】実施例1

図1は本発明のスパッタリング装置1の1実施例を示す。

【0030】図中、2は金属製の真空チャンバー、3は目的とする誘電体膜を得るためのセラミックスターゲット、4はスパッタカソード、5はスパッタカソード4をアース電位である真空チャンバー2から絶縁するための絶縁板、6はアースシールド、7は防着板、8は表面に誘電体膜を成膜するための基板、9は基板8を加熱するヒータを備えた基板ホルダー、10は真空チャンバーの排気口バルブ、11はスパッタガスを真空チャンバー内に導入するためのガス導入パイプ、12は真空チャンバー2をアース電位にするためのアース板、13はスパッタカソード3に電力を印加するためのRF電源を示す。

【0031】前記装置構成は従来のスパッタリング装置と変わりはないが、本発明の特徴に従って、基板8とセラミックスターゲット3の周囲に配置されたアース電位

の装置部品の一つである防着板7を厚さ2mmのステンレス材(SUS304)で作製し、そのプラズマが存在する空間14側の表面7a並びにその他の装置部品であるガス導入パイプ11の表面11aに溶射法により厚さ $50\mu\text{m}$ の Al_2O_3 (酸化アルミニウム)の絶縁性セラミックス膜15を夫々形成した。

【0032】また、プラズマが存在しない防着板7の裏面7b側に銅(Cu)板を用いて真空チャンバー2を介して結線してアース板12により電氣的にアース電位となるようにした。

【0033】また、アースシールド5は真空チャンバー2に絶縁板16を介して接続して真空チャンバー2と絶縁状態とし、アース電位の真空チャンバー2から電氣的にフローティング電位としたために、特にその表面に絶縁性膜を形成しなかった。

【0034】また、基板ホルダー9もフローティング電位であるため、特にその表面に絶縁性膜を形成しなかった。

【0035】そして、本実施例ではセラミックスターゲット3として直径150mm、厚さ4mmの SrTiO_3 (チタン酸ストロンチウム)を用い、該セラミックスターゲット3をスパッタリング装置1の真空チャンバー2内に取付けた。

【0036】また、基板8として3インチシリコンウェハを用い、基板8を基板ホルダー9に保持した。基板の電位はフローティング電位である。

【0037】また、セラミックスターゲット3表面から防着板7表面までの距離Aを55mm、セラミックスターゲット3端から防着板7の側面までの距離Bを45mmとした。

【0038】そして、真空チャンバー2内を排気口バルブ10より圧力 $1\times 10^{-4}\text{Pa}$ まで排気した後、ガス導入パイプ11より20% O_2 (酸素)ガスを混合したAr(アルゴン)ガスから成るスパッタガスを真空チャンバー2内に導入し、スパッタガス圧力0.5Paとし、スパッタ電力500WのRFスパッタリング法によりセラミックスターゲット3にスパッタリングを施して、基板ホルダー9により温度400℃に加熱した基板8上に膜厚200nmの SrTiO_3 膜を成膜した。

【0039】そして、成膜中の放電状態および防着板7の表面7a、アースシールド6の表面6a、ガス導入パイプ11の表面11aの状態を目視により観察したところ、防着板表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面は何ら変化がなく、プラズマの状態も安定していた。

【0040】また、基板8上に成膜された SrTiO_3 膜中の大きさ $0.5\mu\text{m}$ 以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、大きさ $0.5\mu\text{m}$ 以上のダストの数の増加は成膜前に比べて16個であった。

【0041】比較例1

7

図2に示す従来の装置を用い、防着板gを厚さ2mmのステンレス材(SUS304)で作製し、両面ともアース電位の金属表面が露出した状態とし、また、表面には絶縁体膜を何ら被覆していないアースシールドfおよびガス導入パイプkを用いた以外は、前記実施例1と同様の方法でRFスパッタリングを行って、基板上にSrTiO₃膜を成膜した。

【0042】そして、成膜中の放電状態および防着板表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面の状態を目視により観察したところ、放電開始約30秒後よりプラズマが存在する防着板表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面で小さな輝点が観察され始め、時間の経過と共にその個数および範囲とも拡大し、約2分後には防着板表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面のほぼ全面にアーキングによる輝点が観察された。

【0043】放電開始60分経過した後、放電を停止し、真空チャンバーb内を大気開放して、プラズマが存在していた防着板の表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面を観察したところ、3~60mm程度の長さの稲妻のような異常放電跡が多数確認でき、小さな白い粉状のものが付着していた。この粉はSrTiO₃の微粉であった。

【0044】また、基板上に成膜されたSrTiO₃膜中の大きさ0.5μm以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、ダストの増加は522個であった。

【0045】比較例2

図2に示す従来の装置を用い、防着板gを厚さ2mmのステンレス材(SUS304)で作製し、両面ともアース電位の金属表面が露出した状態とし、また、表面には絶縁体膜を何ら被覆していないアースシールドfおよびガス導入パイプkを用い、また、アースシールドfおよび防着板gは真空チャンバーbに絶縁板(図示しないが図1の絶縁板16に同じ)を介して接続して真空チャンバーbと絶縁状態とし、アース電位の真空チャンバーbから電氣的にフローティング電位とした以外は、前記実施

8

例1と同様の方法でRFスパッタリングを行って、基板上にSrTiO₃膜を成膜した。

【0046】そして、成膜中の放電状態および防着板表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面の状態を目視により観察したところ、放電開始約直後より防着板、基板、セラミックスターゲット、アースシールドで囲まれた空間のプラズマはゆらゆらと動き、しばしば防着板等の隙間から火柱状にプラズマが吹き出していた。また、放電開始約3分後からプラズマが点灯し始め、時間の経過と共に消えている割合が高くなっていった。また、放電中、防着板等の表面にはアーキング等の異常は認められなかった。いずれにしても放電は不安定な状態であった。

【0047】また、基板上に成膜されたSrTiO₃膜中の大きさ0.5μm以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、ダストの増加は11個であった。

【0048】しかし、実施例1と同様に60分間成膜したが、得られた膜厚は110nmしかなく、成膜速度が不安定であった。

【0049】実施例2

防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aに溶射法により形成するAl₂O₃の絶縁性セラミックス膜15の厚さを表1に示すように種々変化させた防着板、ガス導入パイプを用いた以外は、前記実施例1と同様の方法で基板8上にSrTiO₃膜を成膜した。

【0050】そして、成膜中の放電中のプラズマ状態および防着板7の表面7a、アースシールド6の表面6a、ガス導入パイプ11の表面11aの異常放電状態を目視により観察し、その結果を表1に示す。

【0051】また、基板上に成膜されたSrTiO₃膜中の大きさ0.5μm以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定し、その結果を表1に示す。

【0052】

【表1】

10

20

30

A1 ₂ O ₃ の厚さ (μ m)	防着板等の表面 異常放電の状態	プラズマの状態	ダストの増加量 (個)	60分後の得られた SrTiO ₃ の膜厚(nm)
0.05	初期小さなアーキングは 多いが、次第に少なくなる	安定	278	180
0.1	異常なし	安定	29	200
10	異常なし	安定	19	200
100	異常なし	安定	21	200
500	異常なし	安定	17	200
1000	異常なし	安定	36	200
3000	異常なし	安定	23	200
5000	異常なし	安定	31	200
10000	異常なし	プラズマ ゆらいでいる	18	150

【0053】表1から明らかなように、防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aに形成したAl₂O₃製の絶縁性セラミックス膜15の厚さが本発明の0.1 μ m~5000 μ mの範囲内において、防着板7の表面7aやガス導入パイプ11の表面11a上で異常放電はなく、また、プラズマの状態も安定しているので、膜中にダストが取り込まれたり成膜速度が不安定にならないことが確認された。

【0054】前述のように、実施例1においてプラズマが存在する空間側の防着板やその他の装置部品の表面にスパッタされたSrTiO₃膜が形成され、その表面にはプラズマの影響により正または負の電荷が蓄積されるが、アース電位である防着板の金属面との間、即ち防着板表面にAl₂O₃の絶縁性セラミックス膜が50 μ mの厚さで形成されているため絶縁体層の耐圧が高く、その電荷はアースに逃げるができなく、絶縁破壊を引き起こさない。

【0055】従って、その時の小さなアーキングのような異常や、極端なダストの発生を引き起こさない。また、防着板の裏面側、即ちプラズマが存在しない側がアース電位であり、Al₂O₃の絶縁体層をはさんではいるが、その厚さが50 μ mとあまり厚くないためRFプラズマはゆらいだり、点滅したりすることなく、安定放電が維持出来る。

【0056】一方、比較例1において基板上へのSrTiO₃膜の成膜中に、プラズマが存在する空間側の防着板、アースシールド、ガス導入パイプの表面にスパッタされたセラミックターゲット材のSrTiO₃膜が形成され、その表面には正または負の電荷が蓄積され始める。

【0057】この防着板、アースシールド、ガス導入パイプの表面にはまだ、ごく薄い膜厚のSrTiO₃膜し

か形成されていないので、表面に蓄積された電荷がつくる電界によってこのSrTiO₃膜は絶縁破壊を起こして、電荷がアースに放電すると同時に、このSrTiO₃膜は粉状になって飛び散り、下地アース金属面が露出する。更に、スパッタが続いているのでその露出した部分に再びSrTiO₃膜が堆積するが、同様に再び絶縁破壊を繰り返す。その時、防着板表面等に異常放電跡が発生してしまう。このような状態が防着板、アースシールド等の表面一面に発生するので飛び散った粉がダストとなってしまふ。

【0058】また、比較例2においてはセラミックターゲットの周囲にアース電位が存在しないので、プラズマが安定せず、ゆらぎや点滅するので成膜速度が一定にならないから、実用上使用することは出来ない。

【0059】実施例2において防着板、ガス導入パイプ等の表面に形成されたAl₂O₃の絶縁性セラミックス膜の厚さが0.05 μ mと薄い場合は、溶射法では完全にピンホールフリーな膜ではなく、所々でアース面が僅かに露出しているので、このような薄い箇所ではアーキングを起こしてAl₂O₃の絶縁性セラミックス膜やその上に堆積した薄いSrTiO₃膜が絶縁破壊を起こしているが、次第にAl₂O₃の絶縁性セラミックス膜の上にSrTiO₃膜が堆積して防着板等の表面が絶縁されると実施例1と同じ理由で異常放電がなくなり放電が安定する。

【0060】Al₂O₃の絶縁性セラミックス膜の厚さが0.1 μ mから5000 μ mまでは防着板、ガス導入パイプの表面が十分に絶縁されており、かつ防着板、ガス導入パイプは絶縁性セラミックス膜を介しているが、RF的なアース電位になっているので安定放電が維持出来る。これはプラズマと防着板等のアース電位の間に絶縁性セラミックス膜が存在するが、RF放電時にはこの絶縁性セ

20

30

40

50

11

ラミックス膜があまり厚くないときはアース電位として機能出来る。しかし、絶縁体である絶縁性セラミックス膜の Al_2O_3 の膜厚が $10000\mu m$ まで厚くなるとプラズマの周囲にはRF的にも十分なアース電位がなく、放電が不安定になる。

【0061】実施例3

防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aに形成する絶縁性セラミックス膜15を、溶射 Al_2O_3 膜の代わりに、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により形成した厚さ $0.1\mu m$ の TiO_2 (酸化チタン) 膜とした以外は、前記実施例1と同様の方法で基板8上に $SrTiO_3$ 膜を成膜した。

【0062】そして、成膜中の放電状態および防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aの状態を目視により観察したところ、防着板表面、ガス導入パイプ表面は異常放電はなく、プラズマの状態も安定していた。

【0063】また、基板上に成膜された $SrTiO_3$ 膜中の大きさ $0.5\mu m$ 以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、ダストの増加は27個であった。

【0064】また、得られた $SrTiO_3$ 膜の膜厚は $200nm$ であった。

【0065】実施例4

防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aに形成する絶縁性セラミックス膜15を、溶射 Al_2O_3 膜の代わりに、これらの表面にヘキサメチルジシロキサンを塗布後焼成して形成した厚さ $10\mu m$ の SiO_2 (酸化ケイ素) 膜とした以外は、前記実施例1と同様の方法で基板8上に $SrTiO_3$ 膜を成膜した。

【0066】そして、成膜中の放電状態および防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aの状態を目視により観察したところ、防着板表面、ガス導入パイプ表面は異常放電はなく、プラズマの状態も安定していた。

【0067】また、基板上に成膜された $SrTiO_3$ 膜中の大きさ $0.5\mu m$ 以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、ダストの増加は8個であった。

【0068】また、60分間の成膜後得られた $SrTiO_3$ 膜の膜厚を測定したところ $200nm$ であった。

【0069】実施例5

防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aに形成する絶縁性セラミックス膜15を、溶射 Al_2O_3 膜の代わりに、スパッタリング法により形成した厚さ $5\mu m$ の ZrO_2 (酸化ジルコニウム) 膜とした以外は、前記実施例1と同様の方法で基板8上に $SrTiO_3$ 膜を成膜した。

【0070】そして、成膜中の放電状態および防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aの状態を

12

目視により観察したところ、防着板表面、ガス導入パイプ表面は異常放電はなく、プラズマの状態も安定していた。

【0071】また、基板上に成膜された $SrTiO_3$ 膜中の大きさ $0.5\mu m$ 以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、ダストの増加は30個であった。

【0072】また、得られた $SrTiO_3$ 膜の膜厚は $200nm$ であった。

10 【0073】実施例6

防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aに形成する絶縁性セラミックス膜15を、溶射 Al_2O_3 膜の代わりに、PVD (Physical Vapor Deposition) 法により形成した厚さ $50\mu m$ の MgO (酸化マグネシウム) 膜とした以外は、前記実施例1と同様の方法で基板8上に $SrTiO_3$ 膜を成膜した。

【0074】そして、成膜中の放電状態および防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aの状態を目視により観察したところ、防着板表面、ガス導入パイプ表面は異常放電はなく、プラズマの状態も安定していた。

20 【0075】また、基板上に成膜された $SrTiO_3$ 膜中の大きさ $0.5\mu m$ 以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、ダストの増加は15個であった。

【0076】また、基板上に成膜された $SrTiO_3$ 膜の膜厚は $200nm$ であった。

【0077】実施例7

30 防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aに形成する絶縁性セラミックス膜15を、溶射 Al_2O_3 膜の代わりに、スパッタリング法により形成した厚さ $0.2\mu m$ の B_4C (炭化ホウ素) 膜とした以外は、前記実施例1と同様の方法で基板8上に $SrTiO_3$ 膜を成膜した。

【0078】そして、成膜中の放電状態および防着板7の表面7a、アースシールド6の表面6a、ガス導入パイプ11の表面11aの状態を目視により観察したところ、防着板表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面は異常放電はなく、プラズマの状態も安定していた。

【0079】また、基板上に成膜された $SrTiO_3$ 膜中の大きさ $0.5\mu m$ 以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、ダストの数の増加は34個であった。

【0080】また、基板上に成膜された $SrTiO_3$ 膜の膜厚は $200nm$ であった。

【0081】実施例8~14

50 セラミックスターゲット3材として $SrTiO_3$ の代わりに $BaTiO_3$ (チタン酸バリウム)、 $(BaSr)TiO_3$ (チタン酸ストロンチウムバリウム)、 PbT

13

TiO_3 (チタン酸鉛)、 $(\text{PbLa})\text{TiO}_3$ (チタン酸鉛ランタン)、 $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ (ジルコン酸チタン酸鉛)、 $(\text{PbLa})(\text{ZrTi})\text{O}_3$ (ジルコン酸チタン酸鉛ランタン)、 Ta_2O_5 (酸化タンタル) のいずれかのセラミックスターゲットを用いた以外は、前記実施例1と同様の方法で基板8上に BaTiO_3 膜、 $(\text{BaSr})\text{TiO}_3$ 膜、 PbTiO_3 膜、 $(\text{PbLa})\text{TiO}_3$ 膜、 $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 膜、 $(\text{PbLa})(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 膜、 Ta_2O_5 膜のいずれかを成膜した。

【0082】そして、成膜中の放電状態および防着板7の表面7a、ガス導入パイプ11の表面11aの状態を目視により観察したところ、いずれの場合も防着板表面、ガス導入パイプ表面は異常放電はなく、プラズマの状態も安定していた。

【0083】また、基板上に成膜された各膜中の大きさ $0.5\mu\text{m}$ 以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、 BaTiO_3 膜のダストの増加は7個であり、 $(\text{BaSr})\text{TiO}_3$ 膜のダストの増加は19個であり、 PbTiO_3 膜のダストの増加は18個であり、 $(\text{PbLa})\text{TiO}_3$ 膜のダストの増加は33個であり、 $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 膜のダストの増加は22個であり、 $(\text{PbLa})(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 膜のダストの増加は30個であり、 Ta_2O_5 膜のダストの増加は40個であった。

【0084】実施例8～14の結果から明らかなように、いずれのセラミックスターゲット材を用いた場合も成膜中は異常放電はなく安定したプラズマ状態が得られ、成膜された各膜の膜厚も再現性があり、安定した成膜速度が得られた。

【0085】また、基板上に成膜された各膜中のダストの増加量はいずれも10～40個程度と低いレベルであった。

【0086】実施例15

防着板7を厚さ2mmのステンレス材(SUS304)で作製し、図1とは異なり、アース電位にするための端子部(10mm×10mm)を除くすべての面に溶射法により厚さ $50\mu\text{m}$ の Al_2O_3 (酸化アルミニウム)の絶縁性セラミックス膜を形成した。また、アースシールド6も図1とは異なり、アース電位の真空チャンバー2に絶縁板16を介さず直接取り付けアース電位とし、真空チャンバー2に接する面以外のすべての面に Al_2O_3 (酸化アルミニウム)を $50\mu\text{m}$ 溶射した以外は、前記実施例1と同様の方法でRFスパッタリングを行って、基板上に SrTiO_3 膜を形成した。

【0087】そして、成膜中の放電状態および防着板表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面の状態を目視により観察したところ、放電およびプラズマ状態は安定しており、防着板表面、アースシールド表面、ガス導入パイプ表面は特に異常なかった。

【0088】また、基板8上に成膜された SrTiO_3

14

膜中の大きさ $0.5\mu\text{m}$ 以上のダストの数をレーザーダストモニタで測定したところ、大きさ $0.5\mu\text{m}$ 以上のダストの増加は10個であった。

【0089】なお、上記の実施例では防着板7をすべてステンレス材で作製しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、導電性材料であればよく、アルミニウムやアルミニウム合金またはチタンやチタン合金で作製してもよい。また、その他の装置部品であるアースシールドやガス導入パイプも導電性材料で作製されていることは言うまでもない。

【0090】

【発明の効果】本発明のスパッタリング装置によるときは、誘電体膜をセラミックスターゲットをスパッタリング法にてスパッタして基板上に誘電体膜を成膜する装置において、対向する基板とターゲットの周囲に配置されたアース電位の装置部品のプラズマが存在する空間側の表面が絶縁体層に覆われているので、該絶縁体層にスパッタ膜が堆積し始め、その表面に電荷が蓄積されても、その電荷が作る電界よりも耐圧の高い絶縁体層が既に存在するため、電荷が装置部品のアース電位側へ向って放電しないから、スパッタ膜と絶縁体層を絶縁破壊しないので、粉やダストを発生せず、真空チャンバー内は清浄な雰囲気中で成膜が行える。また、スパッタリング装置の前記装置部品はアース電位であるため絶縁体層をはさんではいるが、その厚さがあまり厚くない場合には、誘電体膜が堆積してもRF的にアース電位となり得るので、安定したプラズマ放電が得られて、異常放電やダストが極めて少なく、長時間安定した放電が維持出来るスパッタリング装置を提供出来る効果がある。

【0091】また、前記装置部品を金属材料とし、かつプラズマが存在する空間側の表面の前記絶縁体をCVD法、PVD法、スパッタ法、塗布法、または溶射法により $0.1\mu\text{m}$ ～ $5000\mu\text{m}$ の厚さにコーティングした Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、 B_4C から成る絶縁性セラミックス膜のいずれかとするときは、金属材料がアース電位として、また、コーティングしたこれらの膜が絶縁体層として働くので、異常放電やダストが極めて少なく、安定したプラズマ放電が得られる。

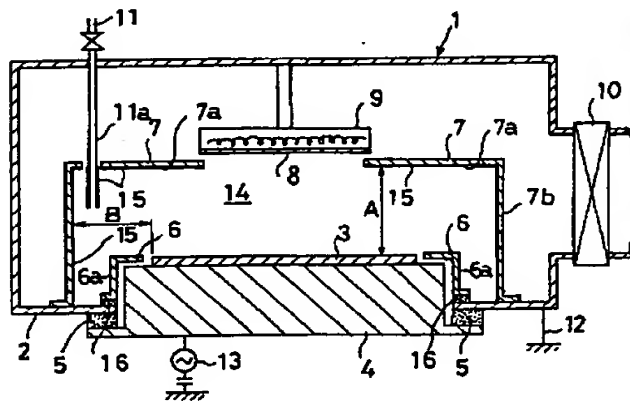
【0092】本発明の誘電体膜の成膜方法によるときは、前記装置部品のプラズマが存在する空間側の表面を絶縁体層で被覆したスパッタリング装置を用いて、セラミックスターゲットをスパッタリング法にてスパッタして基板上に誘電体膜を成膜するようにしたので、該絶縁体層にスパッタ膜が堆積し始め、その表面に電荷が蓄積されても、その電荷が作る電界よりも耐圧の高い絶縁体層が既に存在するため、電荷が装置部品のアース電位側へ向って放電しないから、スパッタ膜と絶縁体層を絶縁破壊しないので、粉やダストを発生せず、真空チャンバー内は清浄な雰囲気中で成膜を行え、また、スパッタリング装置の前記装置部品はアース電位であるため絶縁体層

15

をはさんではいるが、その厚さがあまり厚くない場合には、誘電体膜が堆積してもRF的にはアース電位となり得るので、長時間安定した放電が維持出来るので、異常放電やダストが極めて少なく、安定したプラズマ放電が得られて基板上に誘電体膜を極めて容易に成膜する効果がある。

【0093】また、前記装置部品を金属材料とし、かつプラズマが存在する空間側の表面の前記絶縁体をCVD法、PVD法、スパッタ法、塗布法、または溶射法により $0.1\mu\text{m}$ ～ $5000\mu\text{m}$ の厚さにコーティングした Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、 B_4C から成る絶縁性セラミックス膜のいずれかとするとき、金属材料がアース電位として、また、コーティングしたこれらの膜が絶縁体層として働くので、異常放電やダストが極めて少なく、安定したプラズマ放電が得られる。

【図1】



16

【図面の簡単な説明】

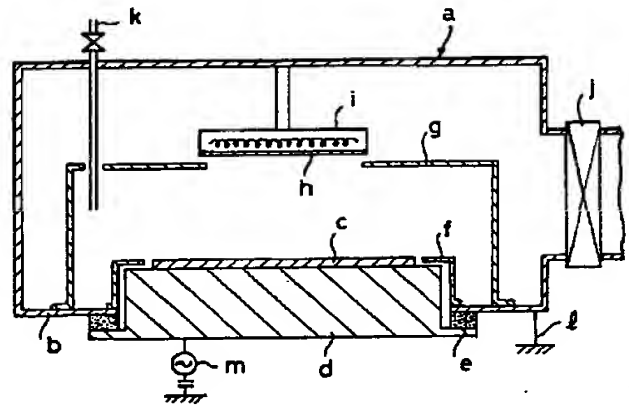
【図1】 本発明のスパッタリング装置の1実施例の概略図、

【図2】 従来のRFスパッタリング装置の概略図。

【符号の説明】

1 スパッタリング装置、 2 真空チャンバ一、 3 セラミックターゲット、 4 スパッタカソード、 5 絶縁板、 6 アースシールド、 6a アースシールド表面、 7 防着板、 7a 防着板表面、 8 基板、 9 基板ホルダー、 10 排気口バルブ、 11 ガス導入パイプ、 11a ガス導入パイプ表面、 12 アース板、 13 RF電源、 14 プラズマが存在する空間、 15 絶縁体、絶縁性セラミックス膜、 16 絶縁板。

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 鄒 紅▲こう▼

千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技術株式会社千葉超材料研究所内

(72)発明者 石川 道夫

千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技術株式会社千葉超材料研究所内